

Mateusz ZACZYK
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

SYNCHRONIZACJA PROCESÓW LOGISTYCZNYCH W KONTEKŚCIE NIEZAWODNOŚCI I ODPORNOŚCI SYSTEMU DYSTRYBUCJI WYROBÓW HUTNICZYCH

Streszczenie. Znaczenie tematyki niezawodności systemów logistycznych oraz ich odporności na czynniki zakłócające jest niebagatelne dla działalności podmiotów gospodarczych. Wysoce niezawodne oraz odporne systemy charakteryzują się większymi zdolnościami do prowadzenia działalności z zachowaniem ciągłości realizowania procesów, niż systemy charakteryzujące się niższym poziomem niezawodności i odporności. Zrozumienie konotacji pomiędzy terminologią z zakresu odporności i niezawodności łańcuchów dostaw oraz synchronizacji procesów logistycznych może prowadzić do wzrostu skuteczności podmiotów na rynku. W artykule przeanalizowano podejścia do wyżej wymienionych pojęć oraz zaprezentowano praktyczny przykład analizy niezawodności i odporności systemu i odniesiono go do problematyki synchronizacji procesów logistycznych w przedsiębiorstwie.

Słowa kluczowe: synchronizacja procesów, niezawodność systemów, odporność, ciągłość realizacji procesów

THE SYNCHRONIZATION OF LOGISTIC PROCESSES IN TERMS OF DEPENDABILITY AND RESILIENCE OF THE SYSTEM OF DISTRIBUTION OF STEEL PRODUCTS

Summary. Dependability and resilience of logistic systems is of fundamental importance for business entities. Highly dependable and resilient systems usually give significant advantage in business running over systems with lower level of these factors. Acknowledgment of connotation between terminology in the field of dependability, resilience and synchronization of logistics processes enables companies to grow their performance effectiveness. This article provides analysis of previously

mentioned terms as well as case study of measuring system's dependability and resilience with reference to synchronization of logistics processes in a company.

Keywords: synchronization of processes, dependability, resilience, processes continuity

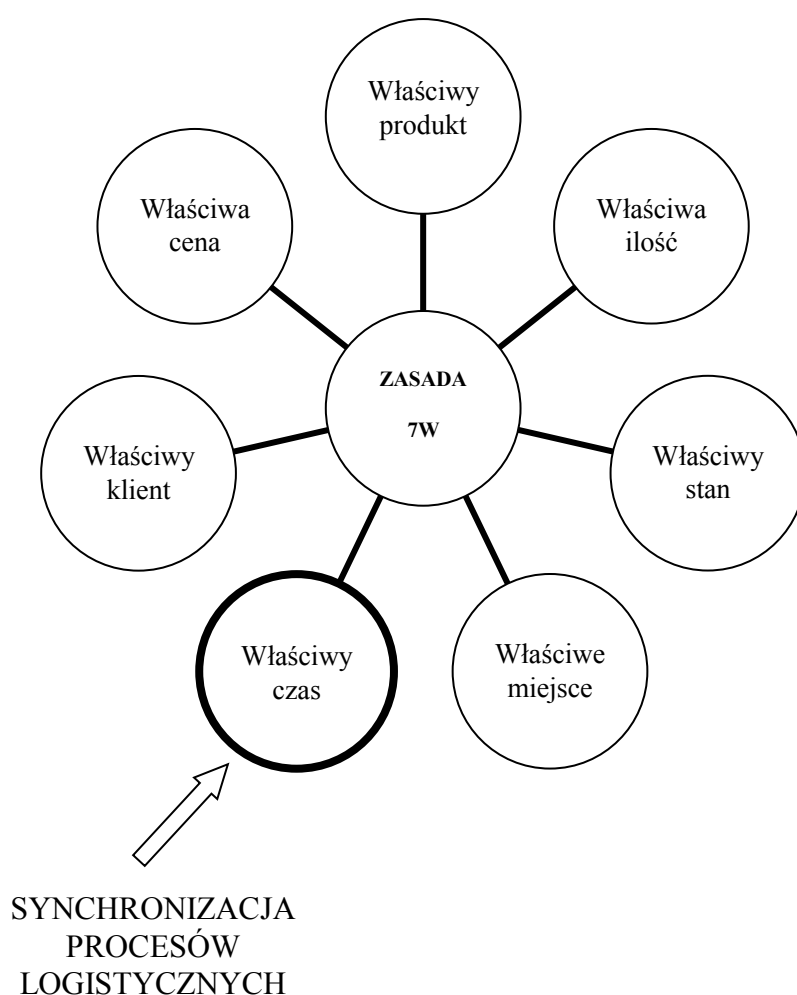
1. Wprowadzenie

Znaczenie zachowania ciągłości realizowanych procesów przez dzisiejsze przedsiębiorstwa sprawia wrażenie ciągle wzrastającego. Źródeł takiego stanu rzeczy należy doszukiwać się w rosnących wymaganiach klienta, wyrażających się w nieustająco zaostrzających się oczekiwaniach odnośnie do czynników wpływających na poziom realizowania zamówień. Warto podkreślić jest przypuszczenie, że najistotniejszym czynnikiem może być zgodność zrealizowanej dostawy ze złożonym zamówieniem. Wyjątkowo duże znaczenie tego czynnika można przypisać do branż korzystających z opóźnionej dyferencjacji produktów, wynikającej ze zindywidualizowanych potrzeb poszczególnych klientów. Jednym z rynków charakteryzujących się szczególnym znaczeniem obrotu dobrami poddawanych późnej dyferencjacji jest rynek obrotu wyrobami hutniczymi. W branży tej występuje wiele czynników szkodliwych, mogących silnie oddziaływać na zaburzenie ciągłości realizowanych procesów logistycznych, a co za tym idzie – na zaspokajanie rosnących wymagań klientów. Naturalny wydaje się więc wzrost znaczenia niezawodności systemów logistycznych, a także ich odporności na zaistniałe czynniki zaburzające ciągłość działania. Zrozumienie problematyki niezawodności oraz odporności systemów logistycznych, a także intensyfikacja prac w zakresie doskonalenia działań prowadzących do osiągnięcia wysokich wskaźników, zarówno niezawodności, jak i odporności, prowadzi do odpowiedniej synchronizacji realizowanych procesów logistycznych. W niniejszym artykule nacisk położono na wyjaśnienie pojęcia „synchronizacja procesów logistycznych”, jako miary zgodności czasowej zadań¹ na poszczególnych etapach realizowanych procesów, przybliżenie tematyki niezawodności oraz odporności łańcuchów dostaw. Rozważania te usadowiono na gruncie łańcuchów dostaw, których głównym celem jest dostarczanie klientowi wyrobów poddawanych operacjom dostosowawczym.

¹ Korczak J.: Inżynieria procesów logistycznych. Wyższa Szkoła Gospodarki, Bydgoszcz 2013, s. 93.

2. Pojęcie synchronizacji procesów logistycznych

Synchronizacja procesów logistycznych, rozumiana bardzo ogólnie jako zgodność czasowa zadań realizowanych na poszczególnych etapach przebiegu bardziej złożonych procesów², zajmuje niezwykle istotne miejsce w rozważaniach na tematy związane z doskonaleniem przepływów występujących w ramach procesów logistycznych. Źródłem takiego traktowania pojęcia synchronizacji procesów logistycznych można doszukiwać się w rozumianej przez wielu jako uproszczonej i skróconej definicji samej logistyki, zasadzie 7W³.



Rys. 1. Miejsce synchronizacji procesów logistycznych w ramach zasady 7W

Fig. 1. The place of synchronization of logistic processes under the principle 7R

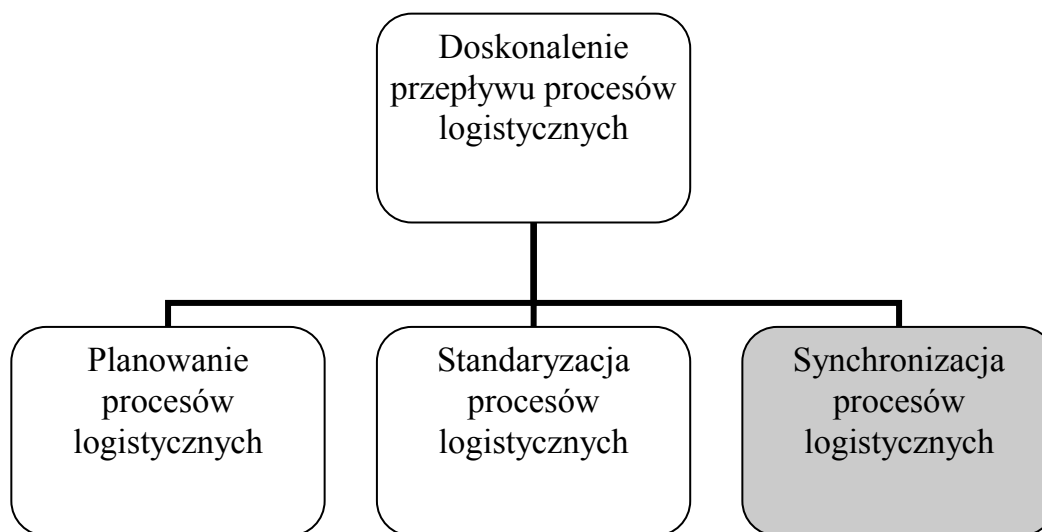
Źródło: Opracowanie własne na podstawie Coyle J.J., Bardi E.J., Langrey Jr J.C.: Zarządzanie logistyczne. PWE, Warszawa 2002.

² Ibidem.

³ Coyle J.J., Bardi E.J., Langrey Jr J.C.: Zarządzanie logistyczne. PWE, Warszawa 2002, s. 52.

Określenie „właściwy czas”, używane jako jedna ze składowych zasady 7W, oznacza obecność synchronizacji procesów logistycznych w tejże zasadzie, będącej dla wielu badaczy, zajmujących się problemami szeroko pojętej logistyki, zasadą nadrzędną.

J. Korczak stosuje nieco inne podejście do analizy miejsca zajmowanego przez pojęcie synchronizacji w ramach logistyki. Wymienia on synchronizację w jednym rzędzie z planowaniem przepływów w ramach systemu logistycznego oraz standaryzowaniem procesów. Pojęcia te, uzupełnione o synchronizację czasową realizowanych procesów, traktuje jako narzędzia prowadzące do doskonalenia przepływu procesów logistycznych⁴.



Rys. 2. Synchronizacja procesów logistycznych jako element doskonalenia procesów logistycznych

Fig. 2. The synchronization of logistic processes as part of logistic processes improvement

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Korczak J.: Inżynieria procesów logistycznych. Wyższa Szkoła Gospodarki, Bydgoszcz 2013.

Korczak twierdzi, że na gruncie doskonalenia procesów logistycznych „synchronizacja procesów logistycznych polega na ich doskonaleniu przez uzyskanie zgodności czasowej zadań na poszczególnych etapach procesu”. Miarę synchronizacji czasowej procesu logistycznego traktuje natomiast jego ciągłość. Mając na uwadze rozważania Korczaka i kierując je na grunt działalności gospodarczej, definicję synchronizacji procesów logistycznych można ukształtować w sposób następujący.

Synchronizacją procesów logistycznych nazywamy aktywność podmiotów gospodarczych polegającą na doskonaleniu procesów logistycznych przez uzyskanie zgodności czasowej realizowanych zadań na poszczególnych etapach procesu, i prowadzącą do osiągnięcia jego ciągłości⁵.

⁴ Korczak J.: op.cit., s. 85-96.

⁵ Ibidem, s. 93.

3. niezawodność systemów logistycznych

Związek z pojęciem ciągłości realizowanych procesów, a co za tym idzie z pojęciem synchronizacji procesów, widoczny jest w tematyce niezawodności systemów logistycznych. Jeżeli rozpatrywany system logistyczny nie charakteryzuje się wysokim poziomem niezawodności, może mieć problemy w zakresie osiągnięcia ciągłości realizowanych procesów⁶. Żeby scharakteryzować związek niezawodności systemów logistycznych z zagadnieniem synchronizacji procesów, należy zacząć od analizy podejść, prezentowanych przez badaczy, do niezawodności systemów logistycznych.

W literaturze można się natknąć na rozmaite definicje niezawodności. Punktem wyjścia do określenia, czym ona jest może być podejście zaprezentowane przez E. Machę i mające źródła w maszynoznawstwie. W myśl tego podejścia, niezawodność obiektu to „jego zdolność do spełnienia stawianych mu wymagań”⁷, a wielkością określającą niezawodność jest „prawdopodobieństwo spełnienia stawianych mu wymagań”⁸. Podobieństw do tego określenia można doszukiwać się w definicji Lapriego, który stwierdził, że niezawodność należy pojmować, jako zdolność systemu do dostarczenia specyficznej usługi (ang. „Dependability is the ability of a system to deliver a specified service”⁹). Korzystając z tej definicji łatwo można przenieść ją na grunt systemów logistycznych, których celem jest realizacja zamówień z uwzględnieniem zasady 7W. Po przeniesieniu definicji na ten konkretny grunt, zyskałaby ona brzmienie zbliżone do następującego: *Niezawodność systemu logistycznego to zdolność tego systemu do realizowania zamówień klienta zgodnie z czynnikami wynikającymi z realizacji zasady 7W, ze szczególnym uwzględnieniem kompletności, terminowości i dokładności realizowanych zamówień*. Podkreślenie znaczenia kompletności, terminowości oraz dokładności zamówień sugeruje związek pojęcia niezawodności z tematyką synchronizacji czasowej procesów. Już samo osadzenie definicji niezawodności w ramach zasady 7W stanowi wspólny punkt do definiowania obu pojęć. W ten sposób pojmowana niezawodność systemów logistycznych charakteryzuje się wieloma atrybutami określającymi jej charakterystykę, zagrożeń, które mogą na nią wpływać oraz środków prowadzących do jej osiągnięcia¹⁰.

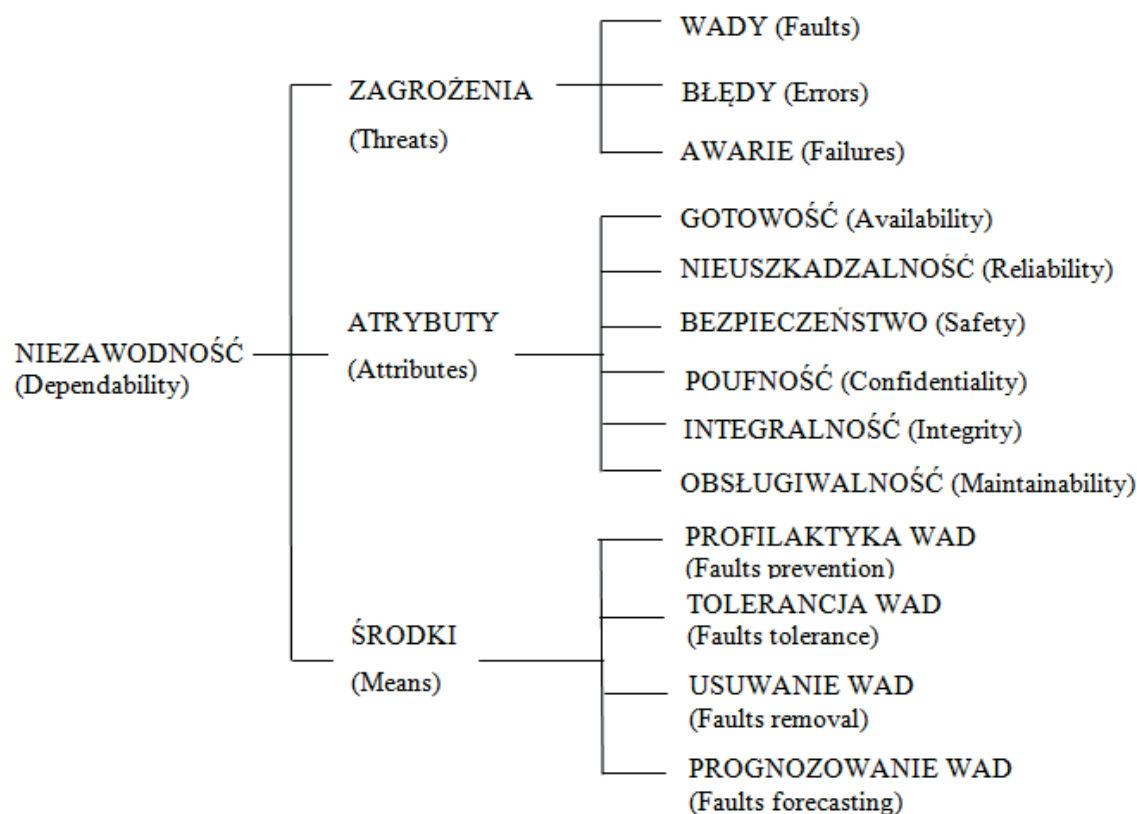
⁶ Bukowski L.A.: Koncepcja modelowania ciągłości procesów logistycznych. „Logistyka”, nr 3, 2014.

⁷ Macha E.: Niezawodność maszyn. Politechnika Opolska, Opole 2001, s. 7.

⁸ Ibidem.

⁹ Laprie J.C. (ed.): Dependability: Basic Concepts and Terminology. Springer-Verlag, 1992.

¹⁰ Avizienis A., Laprie J.C., Randell B.: Fundamental Concepts of Dependability. Newcastle University Report No. CS-TR-739, p. 2-10.



Rys. 3. Zagrożenia, atrybuty oraz środki do osiągnięcia niezawodności

Fig. 3. Threats, attributes and means of dependability

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Laprie J.C. (ed.): Dependability: Basic Concepts and Terminology. Springer-Verlag, 1992.

Każdy z elementów umieszczonych na rysunku znajduje odzwierciedlenie w zapewnieniu ciągłości realizowanych procesów. Zaistnienie któregośkolwiek z wyszczególnionych zagrożeń stanowi zagrożenie nie tylko dla niezawodności rozpatrywanego systemu, lecz także dla ciągłości realizowanych przez niego procesów. Można stwierdzić, że im wyższa niezawodność systemu, tym większe prawdopodobieństwo zapewnienia ciągłego, nieprzerwanego przebiegu wszelkich procesów logistycznych, których realizowanie jest celem systemu, będącego przedmiotem bieżących rozważań.

Tak wielopłaszczyznowe pojmowanie niezawodności pojawiło się w literaturze w 1992 roku, warto jednak poszukać, w jaki sposób ewoluowały naukowe podejścia do zagadnienia niezawodności. Celem tego typu działań jest w tym przypadku zrozumienie ewolucji rozumowania demonstrowanego przez Lapriego.

Tabela 1

Ewolucja podejść do terminu niezawodności systemów

Kluczowy element rozumowania	Rok powstania	Autor	Rozwinięcie
Redundancja (ang. redundancy)	1956 r.	Neumann, Moore, Shannon	Bardziej niezawodne systemy powstają z mniej niezawodnych elementów
Tolerancja awarii (ang. failure tolerance)	1965 r.	Pierce	Awarie niejednokrotnie ukrywane, ignorowane, z perspektywy czasu – duże zaniechanie
Systemy odporne na awarie (ang. Fault-Tolerant Systems)	1967 r.	Avizienis	Detekcja błędów, diagnostyka wad, wprowadzanie poprawek do procesów diagnozowanych jako wadliwe
Dependable Computing & Fault-Tolerance	1980 r.	International Federation for Information Processing, Institute of Electrical and Electronics Engineers	Opracowanie zestawu pojęć i terminologii związanej z niezawodnością systemów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bukowski L.A.: A unified model of dependability and resilience for complex systems. Proceedings of the ESREL 2014 Conference, Wrocław 2010.

Powyżej zasygnalizowany ciąg zdarzeń historycznych doprowadził do powstania pracy Lapriego i ukształtował jego rozumowanie w kierunku powstania „drzewa niezawodności”, zaprezentowanego we wcześniejszej części artykułu^{11,12}.

Podsumowując niniejszą część artykułu, należy podkreślić, że niezawodność jest zdolnością systemu do realizowania zamówień klienta zgodnie z wytycznymi płynącymi ze stosowania zasady 7W oraz, że charakteryzują ją czynniki określone przez Lapriego i zaprezentowane w formie „drzewa niezawodności”. Osiągnięcie w ten sposób rozumianej niezawodności wiąże się z uzyskaniem ciągłości realizowanych procesów, co z kolei może prowadzić do stwierdzenia, że osiągnięcie niezawodności systemu, powoduje uzyskanie odpowiedniej synchronizacji realizowanych procesów. W celu zrozumienia, że osiągnięcie niezawodności systemu jest warunkowane przez inny kluczowy atrybut systemu logistycznego, kolejna część artykułu powinna przybliżyć zasadność stosowania terminu *odporności systemu logistycznego*.

¹¹ Bukowski L.A.: A unified model of dependability and resilience for complex systems. Proceedings of the ESREL 2014 Conference, Wrocław 2010.

¹² Bukowski L.A., Feliks J.: A unified model of systems dependability and process continuity for complex supply chains, [in:] Safety and Reliability: Methodology and Applications. Taylor & Francis Group, London 2015.

4. Odporność systemu logistycznego odpowiedzią na jego wrażliwość

Rozwój dziedzin nauki zajmujących się niezawodnością obiektów i systemów spowodował konieczność poszukiwania zagadnień, mogących wpływać na ową niezawodność. W literaturze pojawiły się zatem pojęcia takie jak podatność (wrażliwość) na uszkodzenia¹³. W toku rozważania podatności czy wrażliwości systemów pojawiła się konieczność znalezienia odpowiedzi na te zjawiska. Za taką odpowiedź uznano pojawienie się terminu odporności, który stanowić miał opozycję do podatności na uszkodzenia i wrażliwości na zakłócenia. Jedną z pierwszych definicji wrażliwości zaprezentował Y. Sheffi. Jej źródłem należy dopatrywać się w materiałoznawstwie. Odporność odzwierciedla zdolność materiału do odzyskiwania oryginalnego kształtu, utraconego w wyniku deformacji¹⁴. Przenosząc definicję w realia systemów logistycznych można określić odporność jako zdolność systemu do przeciwstawienia się niekorzystnym zjawiskom występującym w jego otoczeniu.

Niezwykle istotnym czynnikiem, wynikającym z próby przeniesienia definicji na grunt logistyki, jest obecność negatywnie oddziałujących zjawisk w otoczeniu. Dla właściwego zrozumienia tematyki, należy uświadomić sobie ścisły jej związek z istnieniem środowiska pełnego ciągle występujących zmian mogących destabilizować otoczenie rozpatrywanego systemu^{15,16}. Odporność zakłada istnienie destabilizujących zmian oraz konieczność reagowania na nie w sposób pozwalający na utrzymanie wcześniej osiągniętej niezawodności systemu.

Definicja słownikowa odporności również zakłada istnienie czynników zakłócających stabilność otoczenia systemu. Tłumacząc z angielskiego *odporność* jest to zdolność do szybkiego powrotu do stanu normalnego po zaistnieniu pewnych trudności (ang. „The capacity to recover quickly from difficulties”) czy zdolność substancji lub obiektu do powrotu do wcześniej prezentowanego kształtu (ang. „The ability of a substance or object to spring back into shape”)¹⁷.

Odchodząc od ogólnego i szerokiego pojmowania odporności L. Bukowski w artykule na temat odporności systemów przytacza definicję nakierowaną na obecność zakłóceń. Definicja ta zakłada, że odporność systemu logistycznego to zdolność do dostarczania, utrzymywania i poprawy jakości usług w obliczu zmian i zagrożeń ewolucyjnych. Uznaje za stosowne

¹³ Sheffi Y., Rice Jr, J.B.: A supply Chain View of the resilient Enterprise.” MIT Sloan Management Review”, No. 47(1).

¹⁴ Ibidem.

¹⁵ Bukowski L.A.: A unified..., op.cit.

¹⁶ Swieboda J., Zajac M.: Synthesis of issue pertaining to the resilience of logistics systems. Proceedings of the ESREL 2015 Conference, Zurich 2015.

¹⁷ www.oxforddictionaries.com/definition/english/resilience.

przeciwstawienie pojęciu odporności systemów innego pojęcia, mianowicie – wrażliwości tychże systemów¹⁸. Wrażliwość odnosi się do niezdolności przeciwstawienia się skutkom oddziaływania wrogo nastawionego otoczenia rozpatrywanego systemu. Bukowski określa wprost pozytywną cechę systemu logistycznego, jaką jest jego odporność na negatywne działanie otoczenia, mianem lekarstwa na nadmierną wrażliwość systemu, powodującą niezdolność przetrwania w warunkach środowiska narażonego na ryzyko, a co za tym niemożność osiągnięcia przewagi konkurencyjnej.

Z powyżej zarysowanego toku myślenia wyprowadzić można definicję odporności łańcucha dostaw występującego w warunkach konkurującego i dynamicznie zmieniającego się otoczenia. Odporność łańcucha dostaw można określić jako zdolność do reagowania na nieoczekiwane zakłócenia i przywrócenie ciągłości realizowanych procesów sieci dostaw¹⁹ czy zdolność do utrzymania, wznowiania oraz przywracania operacji po zaistnieniu wpływu zakłóceń²⁰.

Znalezienie punktu wspólnego między pojęciami niezawodności oraz odporności łańcuchów dostaw polegać może na próbie odniesienia obu tych pojęć do tematyki zapewnienia synchronizacji realizowanych przez nie procesów, czyli zapewnienia ich ciągłości. Owa ciągłość pojawia się i jest szczególnie podkreślana w trakcie analizy pojęcia niezawodności łańcuchów dostaw i ich odporności w warunkach środowiska narażonego na występowanie zmian prowadzących do niekorzystnych skutków w postaci przerwania ciągłości procesów realizowanych przez system.

Osiągnięcie ciągłości realizowanych procesów przez podmiot łączy się z osiągnięciem niezawodności reprezentowanego systemu logistycznego, a także osiągnięciem jego odporności na licznie występujące zakłócenia²¹. Tylko osiągnięcie wysokiego poziomu obu parametrów może dać gwarancję zapewnienia nieprzerwanego realizowania procesów. Dla zrozumienia istoty rzeczy, przytoczyć można definicję ciągłości procesów nakierowanej na stopień „normalności” warunków występujących w otoczeniu rozpatrywanego systemu. Ciągłość procesów to zatem zdolność do dostarczania usług w sposób nieprzerwany z zachowaniem dopuszczalnego poziomu skuteczności i efektywności w normalnych i nienormalnych (zakłóconych uwarunkowaniami zewnętrznymi) warunkach pracy (ang. „the ability to provide service uninterrupted and unbroken with an acceptable effectiveness and efficiency under the normal and abnormal work conditions”²²). W świetle podejścia akcentującego rozdział na

¹⁸ Bukowski L.A.: A unified..., op.cit.

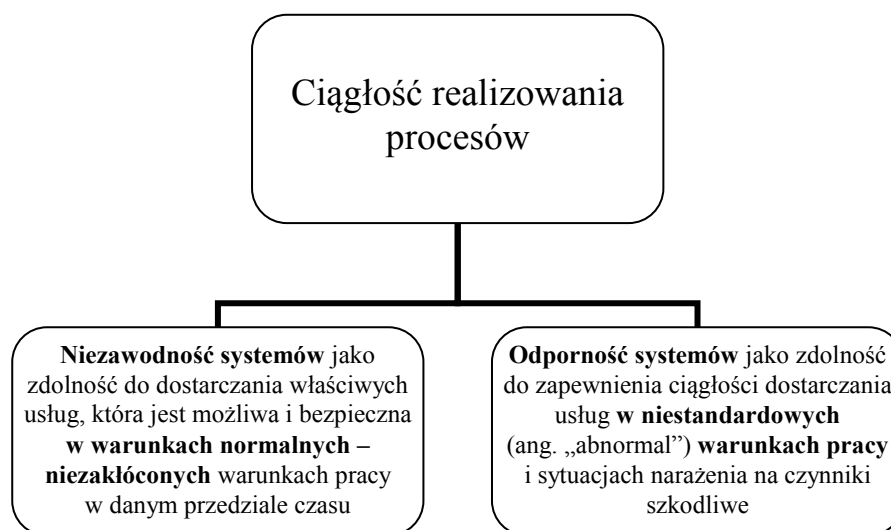
¹⁹ Barroso H.P., Machado V.H., Machado V.C.: Supply Chain Resilience Using the Mapping Approach, [in:] Pengzhong Li (ed.): Supply Chain Management. InTech, 2011.

²⁰ Gaonkar R.S., Viswanadham N.: Analytical Framework for the Management of Risk in Supply Chains. “IEEE Transactions on Automation Science and Engineering”, No. 4(2), 2007, p. 265-273.

²¹ Bukowski L.A.: Koncepcja..., op.cit.

²² Bukowski L.A.: A unified..., op.cit.

warunki normalne – pozbawione szkodliwego działania zakłóceń – i warunki poddane szkodliwemu działaniu zakłóceń, należy zauważyć, że do pierwszego typu warunków odnosi się pojęcie niezawodności, natomiast do drugiego – odporności łańcucha dostaw.



Rys. 4. Ciągłość realizowania procesów w kontekście niezawodności i odporności systemów

Fig. 4. The continuity of realizing the processes in the context of dependability and resilience of systems

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bukowski L.A.: Koncepcja modelowania ciągłości procesów logistycznych. „Logistyka”, nr 3, 2014.

5. Studium przypadku – ciągłość realizowania procesów dystrybucji wyrobów hutniczych

Poniżej zaprezentowano dwa narzędzia pozwalające na ewaluację systemów dystrybucji wyrobów hutniczych reprezentowanych przez dwa podmioty. Narzędzia te są elementami, które rozważania na temat wpływu niezawodności oraz odporności na zapewnienie ciągłości realizowania procesów logistycznych wiążą z praktyką. Pierwszy element to przedsiębiorstwo o charakterze centrum serwisowego mające infrastrukturę umożliwiającą dokonywanie operacji technologicznych dostosowujących produkty do wymagań klienta, drugi to typowe przedsiębiorstwo handlowe, zajmujące się obrotem wyrobami hutniczymi, z wykorzystaniem podwykonawstwa w zakresie dostosowywania produktów do wymagań klienta. Prezentowane narzędzia bazują na obserwacji podmiotów i różnią się nakierowaniem na zagadnienia omawiane we wcześniejszych częściach artykułu. Pierwsze narzędzie – zestaw wskaźników służących głównie do oceny terminowości oraz kompletności – odnosi się do niezawodności

analizowanego systemu, natomiast drugie – arkusz pomiaru zakłóceń – do pojęcia odporności systemu.

Prowadzenie obserwacji działalności analizowanych podmiotów przez określony czas, pozwoliło na zebranie danych, które można zademonstrować w tabeli, jako wartości przykładowych wskaźników określających poziom niezawodności łańcuchów dostaw reprezentowanych przez przedsiębiorstwa. Zbiorczą tablicę wyników obliczeń wybranych wskaźników pokazano poniżej.

Tabela 2

Zbiorcza tabela wyników obliczeń wybranych wskaźników wpływających na niezawodność rozpatrywanych łańcuchów dostaw

Lp.	Wskaźnik	Przedsiębiorstwo handlowe	Centrum serwisowe
1.	$\frac{\text{Liczba dostaw o wielkości równej zamówionej} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	45%	70%
2.	$\frac{\text{Liczba dostaw o wielkości większej niż zamówiona} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	25%	20%
3.	$\frac{\text{Liczba dostaw o wielkości mniejszej niż zamówiona} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	30%	10%
4.	$\frac{\text{Liczba niekompletnych dostaw} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	55%	30%
5.	$\frac{\text{Liczba zamówień zrealizowanych w terminie} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	50%	65%
6.	$\frac{\text{Liczba zamówień zrealizowanych po terminie} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	40%	35%
7.	$\frac{\text{Liczba zamówień zrealizowanych przed terminem} \times 100}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	10%	0%
8.	$\frac{\text{Suma dni opóźnienia}}{\text{Liczba zamówień ogółem}}$	1,25	0,7

Źródło: Opracowanie własne.

Stosunkowo niskie wartości wskaźnika określającego liczbę zamówień zrealizowanych w terminie w stosunku do liczby zamówień realizowanych ogółem świadczy o fakcie, iż każde odejście od zakładanego terminu powoduje przerwanie ciągłości realizowanych procesów na jakiś, konkretnie niesprecyzowany, okres. Ukierunkowanie większości z przykładowych wskaźników, wpływających na określenie niezawodności rozpatrywanych łańcuchów dostaw, na wartości czasowe świadczyć może o związku między niezawodnością systemu a zapewnieniem ciągłości realizowania świadczonych usług.

Drugim narzędziem, nakierowanym na odporność łańcuchów dostaw, jest arkusz pomiaru zakłóceń występujących w czasie prowadzenia obserwacji działalności podmiotów. W niniejszym artykule zaprezentowano wzór arkusza służącego do pomiaru, a także zbiorczą tablicę wyników prowadzonych badań, która ma na celu wyłuszczenie kluczowych czynników zakłócających otaczające, badane podmioty środowisko i wpływ na wszelkie przerwania ciągłości realizowania procesów. Arkusz służący do pomiaru występujących zakłóceń zaprezentowano w tabeli 3., natomiast tablicę zbiorczą wyników badań oznaczono jako tabelę 4. Badania polegały na prowadzeniu ewidencji występujących czynników wzmacniających zakłócenia i ocenianiu (w sposób subiektywny) siły ich wpływu na zakłócenia w danym dniu działania przedsiębiorstwa. Zbiór czynników wzmacniających zakłócenia, zaprezentowany w tablicy, częściowo powstał, jako zbiór predefiniowany (przed rozpoczęciem badań), natomiast częściowo był uzupełniany w trakcie prowadzenia badań. Zaprezentowany w tabeli 3. zbiór potencjalnych czynników wzmacniających zakłócenia stanowi przykład i może być rozszerzany o kolejne czynniki, mogące wystąpić w innym okresie czy mogące oddziaływać na inne typy badanych podmiotów. W tabeli 4., przedstawiającej zbiorczą tablicę wyników, pominięto czynniki, które nie występowały w okresie badań.

Tabela 3

Arkusz pomiaru czynników wzmacniających zakłócenia

Data	Czynniki wzmacniające zakłócenia	Występowanie (Tak/nie)	Siła wpływu na zakłócenia w danym dniu (0-1)
	Destabilizacja środowiska dostawców		
	Krótki czas realizacji zamówienia (narzucony przez odbiorcę)		
	Niedostatek wykwalifikowanych pracowników		
	Destabilizacja na rynku pracy		
	Znaczne wahania popytu na produkt finalny		
	Problemy komunikacyjne pomiędzy uczestnikami łańcucha dostaw		
	Destabilizacja polityki regionalnej/krajowej		
	Ograniczone zdolności produkcyjne w przedsiębiorstwie bazowym		
	Niewystarczająca przepustowość infrastruktury logistycznej przedsiębiorstwa bazowego		
	Terroryzm		
	Strajki		
	Naturalne katastrofy		
	Ograniczona liczba dostawców		
	Ograniczona zdolność produkcyjna dostawcy i jego elastyczność		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Kramarz W.: Modelowanie przepływów materiałowych sieciowych łańcuchach dostaw. Odporność sieciowego łańcucha dostaw wyrobów hutniczych. Difin, Warszawa 2013.

Tabela 4

Czynniki wzmacniające zakłócenia – zbiorcza tablica wyników

Lp.	Czynniki wzmacniające zakłócenia	Liczba wystąpień w badanym okresie (tak/nie)		Średnia siła wpływu na zakłócenia w badanym okresie (0-1)	
		Przedsiębiorstwo handlowe	Centrum serwisowe	Przedsiębiorstwo handlowe	Centrum serwisowe
1.	Krótki czas realizacji zamówienia (narzucony przez odbiorcę)	1	4	1	0,5
2.	Niedostatek wykwalifikowanych pracowników	0	4	-	1
3.	Znaczne wahania popytu na produkt finalny	0	6	-	0,2
4.	Problemy komunikacyjne pomiędzy uczestnikami łańcucha dostaw	3	4	1	0,6
5.	Ograniczone zdolności produkcyjne w przedsiębiorstwie bazowym	0	8	-	1
6.	Niewystarczająca przepustowość infrastruktury logistycznej przedsiębiorstwa bazowego	0	4	-	1
7.	Ograniczona liczba dostawców	6	0	0,8	-
8.	Ograniczona zdolność produkcyjna dostawcy i jego elastyczność	4	0	0,6	-

Wszystkie wyszczególnione czynniki mogą sugerować pewne działania, których przedsięwzięcie mogłoby posłużyć jako środek do osiągnięcia wysokiego poziomu odporności. Nawiązując do podejścia zakładającego, że odporność jest niejako „lekarstwem” na wrażliwość rozpatrywanych systemów, można stwierdzić, że zaprezentowane czynniki wzmacniające zakłócenia są czynnikami, na które badane systemy są wrażliwe, co z kolei wskazuje konieczność skierowania rozumowania na poszukiwanie odpowiedzi w postaci zestawu działań przeciwdziałających źródłom wzmacniania zakłóceń. Na potrzeby niniejszego artykułu dokonano próby wyszczególnienia kilku przykładowych działań prowadzących do ograniczenia negatywnego oddziaływania czynników wzmacniających zakłócenia, co w konsekwencji może doprowadzić do wzrostu odporności rozpatrywanego systemu.

Tabela 5

Zestaw działań prowadzących do wzrostu odporności

Czynnik wzmacniający zakłócenia	Działanie prowadzące do wzrostu odporności
Krótki czas realizacji zamówienia narzucony przez odbiorcę	Wypracowanie silnej pozycji negocjacyjnej w stosunku do wymagającego klienta; korzystanie z usług podwykonawców
Niedostatek wykwalifikowanych pracowników	Korzystanie z usług agencji pracy tymczasowej; korzystanie z pracowników innych przedsiębiorstw
Znaczne wahania popytu na produkt finalny	Wdrożenie systemu rozpoznawania potrzeb rynkowych; wzrost znaczenia systemów prognozowania popytu
Problemy komunikacyjne między uczestnikami łańcucha dostaw	Wzmocnienie nacisku na relacje partnerskie w ramach łańcucha dostaw; ciągła praca nad poprawą ciągłości przepływów informacyjnych

cd. tabeli 5

Czynnik wzmacniający zakłócenia	Działanie prowadzące do wzrostu odporności
Niewystarczająca przepustowość infrastruktury logistycznej	Poszukiwanie redundancji dla stosowanej infrastruktury, która okazuje się niewystarczająca
Ograniczona liczba dostawców	Dążenie do zwiększenia liczby dostawców, z którymi możliwa jest współpraca; redundancja dostawców
Ograniczona zdolność produkcyjna dostawcy i jego elastyczność	Dywersyfikacja źródeł dostaw; poszukiwanie źródeł dostaw o większej elastyczności
Ograniczone zdolności produkcyjne w przedsiębiorstwie bazowym	Poszukiwanie współpracy z innymi przedsiębiorstwami mogącymi wykonywać zadania przedsiębiorstwa bazowego

Źródło: Opracowanie własne.

6. Podsumowanie

Jak wykazała treść niniejszego artykułu, niezawodność oraz odporność systemów logistycznych, nakierowanych na dystrybucję wyrobów hutniczych, mają niebagatelny wpływ na zapewnienie synchronizacji procesów logistycznych występujących w ramach badanego systemu. Istnieje prawdopodobieństwo, że działania prowadzące do wzrostu takich parametrów jak niezawodność czy odporność w dłuższej perspektywie czasowej powinny przełożyć się również na zapewnienie ciągłości realizacji procesów w większym stopniu, niż przed wdrożeniem tychże działań.

Jednocześnie, warty podkreślenia jest fakt, że istnieje wiele czynników zaburzających synchronizację procesów logistycznych, których charakter sprawia, iż są one trudne do przewidzenia. Może to powodować przekonanie, że niemożliwy do osiągnięcia jest maksymalny poziom odporności systemu, gdyż w przyszłości mogą się pojawić zakłócenia, na które odpowiedź musi zostać ponownie wypracowana przez analizowany system.

Bibliografia

1. Avizienis A., Laprie J.C., Randell B.: Fundamental Concepts of Dependability. Newcastle University Report No. CS-TR-739.
2. Barroso H.P., Machado V.H., Machado V.C.: Supply Chain Resilience Using the Mapping Approach, [in:] Pengzhong Li (ed.): Supply Chain Management. InTech, 2011.
3. Bukowski L.A.: A unified model of dependability and resilience for complex systems. Proceedings of the ESREL 2014 Conference, Wrocław 2010.
4. Bukowski L.A.: Koncepcja modelowania ciągłości procesów logistycznych. "Logistyka", nr 3, 2014.

5. Bukowski L.A., Feliks J.: A unified model of systems dependability and process continuity for complex supply chains, [in:] *Safety and Reliability: Methodology and Applications*. Taylor & Francis Group, London 2015.
6. Coyle J.J., Bardi E.J., Langrey Jr J.C.: *Zarządzanie Logistyczne*. PWE, Warszawa 2002.
7. Gaonkar R.S., Viswanadham N.: Analytical Framework for the Management of Risk in Supply Chains. "IEEE Transactions on Automation Science and Engineering", No. 4(2), 2007.
8. Korczak J.: *Inżynieria procesów logistycznych*. Wyższa Szkoła Gospodarki, Bydgoszcz 2013.
9. Kramarz W.: *Modelowanie przepływów materiałowych sieciowych łańcuchach dostaw. Odporność sieciowego łańcucha dostaw wyrobów hutniczych*. Difin, Warszawa 2013.
10. Laprie J.C. (ed.): *Dependability: Basic Concepts and Terminology*. Springer-Verlag, 1992.
11. Macha E.: *Niezawodność maszyn*. Politechnika Opolska, Opole 2001.
12. Sheffi Y., Rice Jr, J.B.: A supply Chain View of the resilient Enterprise. "MIT Sloan Management Review", No. 47(1).
13. Świeboda J., Zając M.: Synthesis of issue pertaining to the resilience of logistics systems. *Proceedings of the ESREL 2015 Conference, Zurich 2015*.
14. www.oxforddictionaries.com/definition/english/resilience.

Abstract

Dependability and resilience of logistic systems is of fundamental importance for business entities. Highly dependable and resilient systems usually give significant advantage in business running over systems with lower level of these factors. As shown, by the contents of this article, dependability and resilience of logistic systems have a huge influence to ensure the synchronization of logistic processes taking place within the framework of tested systems. There is a probability that the activities leading to the growth of parameters such as dependability and resilience should result in ensuring continuity of processes to a greater degree than before the implementation of these activities.

Simultaneously, it is worthy to mention that there are many factors that disturb the synchronization of logistic processes. The existence of these factors is difficult to predict. This can cause the belief that it is impossible to achieve the maximum level of resilience of the system, because in the future there may be some interference on the impact of which, the answer has to be re-developed by the analyzed system.